

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Umum**

Lereng adalah permukaan bumi yang membentuk sudut kemiringan tertentu dengan bidang horizontal. Proses terjadinya lereng secara umum ada 2 yaitu alami dan buatan. Lereng alami tercipta melalui proses geologi seperti lereng perbukitan dan tebing sungai. Sedangkan lereng buatan tercipta melalui tangan manusia seperti tanggul sungai, dan lereng bendungan. Suatu permukaan tanah yang tidak datar atau mempunyai sudut kemiringan maka akan cenderung menggerakkan massa tanah ke arah permukaan yang lebih rendah. Analisis yang menjelaskan tentang hal tersebut di sebut analisis stabilisasi lereng. Maksud dari analisis stabilisasi lereng adalah menentukan faktor keamanan (*safety factor*) dari bidang potensial terhadap longsor (Hardiyatmo,2006). Sedangkan nilai dari factor keamanan berdasarkan intensitas kelongsorannya (Bowles,1989).

#### **2.2 Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Perkuatan Geotekstil**

Achmat (2017), melakukan penelitian mengenai Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Geotekstil Menggunakan Program *Plaxis* 8.2 pada lereng proyek jalan tol semarang – solo Sta.2 + 450. Dari penelitian tersebut didapatkan nilai angka aman pada program *Plaxis* 8.2 untuk lereng asli akibat beban sendiri sebesar 2,70 dengan beban kendaraan sebesar 2,58 dan dengan beban gempa sebesar 1,30. Sedangkan lereng asli dengan perkuatan geotekstil akibat beban sendiri sebesar 2,70 dengan beban kendaraan sebesar 2,60 dan beban gempa sebesar 1,49. Nilai angka aman pada lereng geometri baru akibat beban sendiri sebesar 3,20 dengan beban kendaraan sebesar 3,01 dan dengan beban gempa sebesar 1,44, sedangkan dengan perkuatan geotekstil akibat beban sendiri 3,15 dengan beban kendaraan sebesar 3,14 dan dengan beban gempa sebesar 1,58.

Pradita (2017), melakukan penelitian mengenai Analisis Stabilitas Timbunan Diperkuat Geotekstil Dan Diperkuat Dinding Penahan Tanah Gravitasi (Studi Kasus Pembangunan Terminal Multi Purpose Kuala Tanjung). Khususnya pada behandle area memiliki kapasitas dukung tanah asli yang sangat kecil sehingga pembangunan konstruksi tidak dapat dilaksanakan di atas tanah asli, kemudian dilakukan preloading. Akan tetapi masalah yang sering muncul pada penimbunan adalah kelongsoran tanah. Dalam mengatasi masalah pada penimbunan tersebut diperlukan perkuatan menggunakan geotekstil ataupun dinding penahan tanah gravitasi. Perhitungan stabilitas timbunan menggunakan metode elemen hingga dengan bantuan perangkat lunak *Plaxis* 8.2 untuk mengetahui bidang longsor dan angka aman akibat beban timbunan, beban kendaraan dan beban gempa. Hasil analisis stabilitas timbunan pada kondisi drained menggunakan program *Plaxis* versi 8.2 didapat nilai angka aman pada timbunan tanpa perkuatan sebesar 1,37, pada timbunan dengan perkuatan geotekstil sebesar 1,60 dan pada timbunan dengan perkuatan dinding penahan tanah gravitasi sebesar 1,51.

Annisa (2018), melakukan penelitian mengenai Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah dan Perencanaan Perkuatan Lereng Menggunakan Geotekstil Pada Bantaran Sungai Gajah Putih. Hasil dari penelitian tersebut di dapatkan nilai angka aman dinding pasangan batu pada kondisi muka air normal dengan beban pejalan dan beban gempa sebesar 1,23 dan 1,01, pada kondisi muka air banjir sebesar 1,23 dan 1,01. Angka aman tersebut menunjukkan bahwa lereng sungai dengan dinding pasangan batu tersebut kritis dan tidak stabil sehingga terjadi keruntuhan. Hasil analisis stabilitas dinding penahan tanah pada kondisi muka air normal memiliki angka aman stabilitas terhadap penggeseran, penggulingan, dan kapasitas dukung tanah berturut-turut sebesar 4,34, 7,52 dan 4,29. Pada kondisi muka air banjir sebesar 3,89, 6,92 dan 3,60 sedangkan dengan program *Plaxis* diperoleh angka aman dengan beban pejalan dan beban gempa pada kondisi muka air normal sebesar 2,94 dan 1,56, ada kondisi muka air banjir sebesar 3,02 dan 1,56. Hasil tersebut menunjukkan bahwa dinding penahan tanah aman dan stabil. Dalam perencanaan perkuatan lereng dengan geotekstil untuk lereng variasi 1 didapatkan nilai angka aman pada kondisi muka air normal 2,43 dan 1,57 dan pada muka air

banjir 2,50 dan 1,57. Angka aman untuk lereng variasi 2 pada kondisi muka air normal sebesar 2,66 dan 1,56 dan pada kondisi muka air banjir 2,73 dan 1,56. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perencanaan perkuatan lereng dengan geotekstil aman dan stabil serta dapat digunakan sebagai alternatif perkuatan pada lereng bantaran sungai gajah putih.

Saleh (2018), melakukan penelitian mengenai Analisis Stabilitas Lereng Jalan Dengan Perkuatan Geotekstil Menggunakan Program *Plaxis* 8.2 Pada Proyek Tol Trans Sumatera Lampung Bakahueni. Hasil dari penelitian tersebut di dapatkan nilai angka aman untuk timbunan 2m pada saat masa konstruksi untuk tanah asli 2,20 pada tanah replacement 2,26 dan pasca konstruksi untuk tanah asli 1,65 pada tanah replacement 1,81. Untuk timbunan 4m didapatkan nilai angka aman pada saat masa konstruksi tanah asli 1,46 pada tanah replacement 1,51, saat pasca konstruksi pada tanah asli 1,26 pada tanah replacement 1,28. Pada timbunan 6m saat masa konstruksi nilai angka aman tanah asli 1,16 sedangkan tanah replacement 1,20 dan saat pasca konstruksi nilai angka aman tanah asli 1,07 sedangkan tanah replacement 1,28. Pada timbunan 8m masa konstruksi didapatkan angka aman pada tanah asli 1,00 pada tanah replacement 1,04, sedangkan saat pasca konstruksi tanah timbunan mengalami *collapse*. Kemudian tanah timbunan 4m sampai 8m diperkuat menggunakan geotekstil. Hasil analisis dengan perkuatan pada semua timbunan 4m, 6m, dan 8m yang diperkuat menghasilkan angka aman yang lebih besar dari yang disyaratkan 1,3.

Wulandari, dkk (tanpa tahun) pada jurnalnya menganalisis mengenai Analisa Perkuatan Geotekstil Pada Timbunan Konstruksi Jalan Dengan *Plaxis* 2D. Tujuan penelitian ini untuk menganalisa kuat tarik geotekstil yang digunakan serta menentukan kuat tarik optimum geotekstil yang akan digunakan sebagai perkuatan dengan memperhatikan nilai angka keamanan dan penurunan. Penelitian ini menggunakan tiga pemodelan yaitu, yang pertama pengujian pada timbunan yang tidak menggunakan geotekstil. Pengujian kedua yaitu untuk menentukan panjang geotekstil yang akan digunakan. Pengujian ketiga, pengujian pada timbunan yang menggunakan geotekstil dengan kuat tarik yang bervariasi, dengan panjang yang ditentukan berdasarkan hasil pola keruntuhan yang terjadi pada pengujian kedua.

Hasil dari penelitian ini adalah perbandingan antara angka keamanan dan kuat tarik dipilih sebesar 600 kN/m sebagai kuat tarik optimum. Semakin besar nilai kuat tarik geotekstil yang digunakan, nilai angka keamanan yang diperoleh tidak lagi bertambah besar. Untuk perbandingan antara penurunan dan kuat tarik, terlihat bahwa penurunan yang terjadi hanya memiliki selisih yang sangat kecil, maka ada perbandingan ini juga dipilih nilai kuat tarik optimum yaitu 600 kN/m. Perbedaan antara nilai penurunan kuat tarik 600 kN/m dan 800 kN/m tidaklah besar. Oleh karena itu, dari hasil analisa tersebut kuat tarik 600 kN/m sebagai nilai kuat tarik optimum yang dapat digunakan sebagai perkuatan.

### **2.3 Analisis Kelongsoran Dan Deformasi Lereng**

Manaroinsong, dkk (2016), pada jurnalnya mengenai Analisis Kestabilan Lereng Akibat Gempa (Studi Kasus IAN Manado). Menjelaskan bahwa lereng merupakan suatu konstruksi tanah dengan ketinggian elevasi yang berbeda, sehingga menghasilkan komponen gravitasi yang cenderung menggerakkan massa tanah menuju ke permukaan yang lebih rendah. Gaya penggerak ini disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya adalah gempa. Gempa adalah peristiwa alam berupa getaran/goncangan tanah yang diawali oleh patahnya lapisan tanah/batuan di dalam kulit bumi dan diikuti pelepasan energi secara mendadak. Energi tersebut terakumulasi secara bertahap di lokasi sumber gempa sebagai energi potensial. Analisis kestabilan lereng akibat gempa studi kasus IAIN Manado menggunakan program *plaxis versi 8.2* yang dapat menghitung faktor keamanan dengan menggunakan metode finite element atau metode elemen hingga. Pada perhitungan ini membutuhkan beberapa parameter agar memenuhi data yang diperlukan antara lain, young modulus ( $E$ ), poisson's ratio ( $\nu$ ), Sudut Geser ( $\phi$ ), Kohesi ( $c$ ),  $\gamma_{sat}$ ,  $\gamma_{unsat}$ ,  $k_x, y$ . Dari hasil penelitian perhitungan menggunakan *plaxis* dilakukan dengan cara memvariasikan nilai frekuensi, sedangkan perhitungan secara manual (Excel) menggunakan variasi nilai dari koefisien gempa ( $k_h$ ). Dari hasil kedua perhitungan didapat nilai faktor keamanan yang sama, yaitu 1,003, dengan hasil faktor keamanan sebesar 1,003 lereng dikatakan kritis ada kemungkinan pernah terjadi longsor.

Prastyo (2014), pada jurnalnya menganalisis Potensi Longsor Pada Lereng Galian Penambang Limbah. Dari kegiatan penambangan Timah terbentuklah sebuah lereng galian. Lereng dengan struktur tanah dan kemiringan tertentu menimbulkan potensi longsor yang membahayakan keselamatan pekerja tambang. Oleh karenanya dilakukan analisis potensi kelongsoran pada lereng galian penambangan Timah tersebut dengan melihat faktor keamanan ( $SF$ ) lereng, serta menganalisis sejauh mana pergerakan tanah (deformasi) akibat penggalian. Analisis dilakukan dengan memodelkan lereng galian menggunakan program *Plaxis 2D* Versi 8, berdasarkan data primer dan studi parametrik. Selain itu dilakukan juga simulasi perbaikan lereng dengan mengubah geometri asli lereng berdasarkan dua alternatif solusi perbaikan yaitu dengan memperkecil sudut kemiringan lereng dan membuat berm/trap pada lereng. Hasil analisis kelongsoran pada lereng galian penambangan Timah mendapatkan faktor keamanan ( $SF$ ) sebesar 1,18 sehingga lereng teridentifikasi pada kondisi keruntuhan pernah terjadi artinya lereng berpotensi longsor. Adapun deformasi yang terjadi sebesar  $31,01 \times 10^{-3}$  m, artinya akibat penggalian memungkinkan massa tanah bergarak sejauh  $31,01 \times 10^{-3}$  m sebelum terjadi keruntuhan sempurna. Dari dua alternatif analisis perbaikan yang direkomendasikan, solusi terbaik didapatkan dengan membuat berm/trap sebanyak 6 berm dengan sudut kemiringan pada setiap berm sebesar  $50^\circ$  dan lebar antar berm sebesar 3 meter.  $SF$  yang di dapatkan sebesar 2,56 mengalami peningkatan sebesar 116,96 %, dengan deformasi sebesar  $17,71 \times 10^{-3}$  meter, mengalami pengecilan sebesar 42,89 %. Karena penggalian tetap mengalami pergerakan massa tanah (deformasi), tetapi berdasarkan analisis faktor keamanan, lereng pada kondisi aman (tidak berpotensi longsor).

Permana, dkk (2016), pada jurnalnya mengenai Analisis Stabilitas Lereng Dan Penanganan Longsoran Menggunakan Metode Elemen Hingga *Plaxis 8.2* pada tepi ruas jalan Liwa-Simpang Gunung Kemala STA.263 + 650. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter tanah sangat berpengaruh terhadap stabilitas lereng. Kondisi lereng dengan kondisi jenuh sebagian memiliki stabilitas paling kecil dibandingkan dengan kondisi lainnya. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada kondisi sebelum penanganan didapat nilai deformasi =  $885 \times 10^{-3}$  m,

active pore pressures = -168,89 m, tegangan efektif tanah = -535,76 kN/m<sup>2</sup>, faktor aman = 0,2847. Pada kondisi setelah penanganan didapat nilai nilai deformasi =  $818 \times 10^{-3}$  m, active pore pressures = -132,36 m, tegangan efektif tanah = -209,77 kN/m<sup>2</sup>, faktor aman = 1,3548.

Widodo, dkk (2008), pada jurnalnya melakukan Analisa Kelongsoran Dalam Model 3D Dengan Program *Plaxis 3D Foundation Version 1.5* (studi kasus di jember), dengan meninjau kondisi pelapukan tanahnya yang terbaca dari data hasil bor dalam berupa data properties tanah dan variasi naiknya tinggi muka air tanah. Hal ini untuk melihat apakah perilaku deformasi sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan, sehingga penelitian ini mengambil judul analisa balik kelongsoran. Bidang longsor dari hasil analisa dengan *Plaxis* menunjukkan saat tidak hujan (muka air tanah) jauh dari permukaan bidang tanah angka keamanan (*Safety factor*) nya lebih dari satu yaitu SF = 1,063, tetapi harga ini mengindikasikan bahwa kondisi tanah yang ada sudah kritis, dengan memperhatikan SF nya yang mendekati nilai 1, ketika muka air tanah naik dengan anggapan terjadi hujan yang mengakibatkan kondisi tanah menjadi semakin jenuh *safety factor* nya berkurang, SF = 0,873 yang mengakibatkan terjadi longsor. Terlihat juga bahwa tanah yang cenderung longsor adalah tanah pada Lapisan 1 (dengan bidang longsor antara lapisan 1 dan lapisan 2) yaitu lapisan tanah yang mengalami pelapukan (tanah residual), sedang lapisan 2 maupun lapisan 3 tidak terdeformasi. Hasil penelitian ini adalah model deformasi yang di dapatkan dari hasil *plaxis*, mempunyai kecenderungan yang sama dengan kondisi deformasi yang terjadi di lapangan sedangkan letak bidang longsor dengan *Plaxis*, menunjukkan bidang longsor yang menyerupai kondisi di lapangan. Kondisi semua lapisan tanah yang jenuh oleh air tanah pada lokasi, terancam longsor. Faktor utama penyebab ketidakstabilan lereng sangat mungkin dipengaruhi oleh naiknya muka air tanah (drainase tidak ada) yang dapat menurunkan stabilitas lereng.

#### 2.4 Penelitian Sekarang

Pada penelitian yang akan dilakukan, penulis mengambil obyek sebuah proyek gedung Fakultas Hukum UII yang masih dalam proses pembangunan, dan direncanakan akan selesai pada tahun 2019.

Desain yang di lakukan hanya meninjau analisis pengaruh deformasi lereng innercourt dengan variasi geometri dan kekuatan geotekstil menggunakan program *Plaxis 8.2*. Dari hasil analisis tersebut didapatkan nilai *safety factor* (SF) dan pergerakan lereng dengan dan tanpa kekuatan geotekstil.

Dari hasil analisis yang akan diperoleh, akan diketahui kekuatan yang paling efektif untuk lereng *innercourt* gedung Fakultas Hukum UII.

#### 2.5 Keaslian Penelitian

Berdasarkan dari tinjauan dari penelitian – penelitian diatas, penelitian mengenai pengaruh deformasi lereng dengan variasi geometrid dan kekuatan geotekstil menggunakan program *Plaxis 8.2* belum pernah dilakukan.

Berdasarkan tinjauan pustaka dari beberapa penelitian dan tugas akhir terdahulu, dapat disimpulkan pada Tabel 2.1 berikut.

**Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian yang Telah Dilakukan**

Penelitian Terdahulu									
Peneliti	Achmat (2017)	Annisa (2018)	Manarainsong, dkk (2016)	Pradita (2017)	Prastyo (2014)	Permana, dkk (2016)	Saleh (2018)	Wulandari, dkk (Tanpa Tahun)	Widodo, dkk (2008)
Judul Penelitian	Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Geotekstil Menggunakan Program Plaxis 8.2 Pada Lereng Proyek Jalan Tol Semarang – Solo Sta.2 + 450 .	Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah dan Perencanaan Perkuatan Lereng Menggunakan Geotekstil Pada Bantaran Sungai Gajah Putih .	Analisis Kestabilan Lereng Akibat Gempa (Studi Kasus IAN Manado)	Analisis Stabilitas Timbunan Diperkuat Geotekstil Dan Diperkuat Dinding Penahan Tanah Gravitasi	Potensi Longsor Pada Lereng Galian Penambang Limbah	Analisis Stabilitas Lereng Dan Penanganan Longsoran Menggunakan Metode Elemen Hingga Plaxis 8.2 pada tepi ruas jalan Liwa - Simpang Gunung Kemala STA.263+650	Analisis Stabilitas Lereng Jalan Dengan Perkuatan Geotekstil Menggunakan Program plaxis 8.2 Pada Proyek Tol Trans Sumatera Lampung Bakahueni .	Analisa Perkuatan Geotekstil Pada Timbunan Konstruksi Jalan Dengan Plaxis 2D	Analisa Kelongsoran Dalam Model 3D Dengan Program Plaxis 3D Foundation Version 1.5 (studi kasus di jember
Tujuan Penelitian	Mengetahu besaran nilai angka aman lereng asli dan menggunakan perkuatan geotekstil dengan beban sendiri, beban kendaraan, beban gempa, dan mengetahui angka aman lereng dengan geometri asli dan baru menggunakan program Plaxis 8.2.	Mengetahui nilai angka aman lereng dengan dinding pasangan batu yang terjadi keruntuhan, dinding penahan tanah kantilever berdasarkan analisa dengan perhitungan manual dan dengan menggunakan program Plaxis, lereng dengan perkuatan Geotekstil menggunakan program Plaxis dan mengetahui perbandingan angka aman (SF) dinding penahan tanah dan Geotekstil.	Mengetahui nilai SF menggunakan variasi koefisien gempa dan nilai koefisien dari excel dengan program Plaxis 8.2	Mengetahui stabilitas timbunan tanah lanau pasir kerikilan yang diperkuat dengan geotekstil dan dinding penahan tanah gravitasi.	Mengetahui nilai SF dan deformasi yang terjadi pada lereng dengan perkuatan berm	Mengetahui nilai SF dan deformasi yang terjadi pada lereng	Mengetahui hubungan analisis stabilitas lereng dengan variasi tinggi timbunan tanpa perkuatan dan dengan perkuatan geotekstil menggunakan program Plaxis 8.2.	menganalisa kuat tarik geotekstil yang digunakan serta menentukan kuat tarik optimum geotekstil yang akan digunakan sebagai perkuatan dengan memperhatikan nilai angka keamanan dan penurunan	Mengetahui nilai SF dan deformasi yang terjadi pada lereng
Metode Penelitian	Analisis menggunakan perhitungan manual dan analisis menggunakan program Plaxis 8.2.	Analisis perhitungan manual dan analisis dengan metode elemen hingga menggunakan program Plaxis.	Analisis menggunakan program Plaxis 8.2	analisis menggunakan program Plaxis 8.2.	Analisis Menggunakan program Plaxis 8.2	Analisis Menggunakan program Plaxis 8.2	Analisis menggunakan program Plaxis 8.2 untuk kestabilan angka aman lereng dan konsolidasi yang terjadi. Perhitungan manual untuk kebutuhan geotekstil.	Analisis menggunakan program Plaxis 2D	Analisis menggunakan program Plaxis 3D Foundation Version 1.5



**Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian yang Telah Dilakukan**

<p align="center">Hasil Penelitian</p>	<p>Nilai angka aman pada lereng geometri baru akibat beban sendiri sebesar 3.16 dengan beban kendaraan 3.01 dan dengan beban gempa 1.44, sedangkan dengan perkuatan geotekstil akibat beban sendiri 3.14 dengan beban kendaraan 3.14 dan dengan beban gempa 1.58.</p>	<p>Lereng dengan perkuatan geotekstil memiliki angka aman lebih kecil dibandingkan dengan dinding penahan tanah namun pergerakan yang terjadi pada dinding penahan tanah lebih besar dibandingkan dengan perkuatan geotekstil. Angka aman lereng dengan perkuatan geotekstil telah memenuhi syarat keamanan.</p>	<p>Dari hasil kedua perhitungan didapat nilai faktor keamanan yang sama, yaitu 1,00, dengan hasil faktor keamanan sebesar 1,00 lereng dikatakan kritis ada kemungkinan pernah terjadi longsor.</p>	<p>Hasil analisis stabilitas timbunan pada kondisi drained menggunakan program Plaxis versi 8.2 didapat nilai angka aman pada timbunan tanpa perkuatan sebesar 1,36, pada timbunan dengan perkuatan geotekstil sebesar 1,60 dan pada timbunan dengan perkuatan dinding penahan tanah gravitasi sebesar 1,51.</p>	<p>Membuat berm/trap sebanyak 6 berm dengan sudut kemiringan pada setiap berm sebesar 50° dan lebar antar berm sebesar 3 meter. <i>SF</i> yang disapatkan sebesar 2,56 mengalami peningkatan sebesar 116,96 %, dengan deformasi sebesar <math>17,71 \times 10^{-3}</math> meter, mengalami pengecilan sebesar 42,89 %./</p>	<p>Pada kondisi sebelum penanganan didapat nilai deformasi = <math>885 \times 10^{-3}</math> m, active pore pressures = -168,89 m; tegangan efektif tanah = -535,76 kN/m<sup>2</sup>, faktor aman = 0,2847. Pada kondisi setelah penanganan didapat nilai nilai deformasi = <math>818 \times 10^{-3}</math> m, active pore pressures = -132,36 m, tegangan efektif tanah = -209,77 kN/m<sup>2</sup>, faktor aman = 1,3548.</p>	<p>Didapat nilai angka aman (<i>SF</i>) akibat beban timbunan <i>SF</i>= 3,15, akibat beban kendaraan <i>SF</i>= 3,14 dan akibat beban timbunan dengan beban kendaraan dan beban gempa <i>SF</i>= 1,44, dan akibat beban timbunan dengan kendaraan, beban gempa, dan perkuatan geotekstil <i>SF</i>= 1,58.</p>	<p>Perbandingan antara angka keamanan dan kuat tarik dipilih sebesar 600 kN/m sebagai kuat tarik optimum</p>	<p>Hasil analisa dengan Plaxis menunjukkan saat tidak hujan (muka air tanah) jauh dari permukaan bidang tanah angka keamanan (<i>Safety factor</i>) nya lebih dari satu yaitu <i>SF</i> = 1,06, ketika muka air tanah naik dengan anggapan terjadi hujan yang mengakibatkan kondisi tanah menjadi semakin jenuh <i>safety factor</i> nya berkurang, <i>SF</i> = 0,873 yang mengakibatkan terjadi longsor</p>
--	---	--	--	--	---	--	--	--	--

